

# Semantically enabling UPnP Networks of Multimedia Home Content

J.M. Palacios, M. Fernández, O. Corcho, V. Méndez and J.M. Gómez Pérez

**Abstract**— There is plenty of multimedia content available in our homes, stored in multimedia disk drives, personal computers, or digital cameras. Protocols like Universal Plug and Play (UPnP) allow sharing this content among storage devices and displaying them in multimedia renderers in the local area networks of our homes. However, UPnP does not provide native support for the exchange of resources across homes neither does it provide means to describe multimedia content so as to facilitate search across multimedia resources. In this paper we describe a set of extensions to the UPnP protocol to provide a uniform access to multimedia content belonging to different homes, as well as mechanisms to create tag-based and ontology-based metadata, allowing search and Linked-Data publishing of these multimedia resources.

**Keywords**— UPnP extension, Knowledge sharing, Semantic annotations.

## I. INTRODUCCIÓN

VIVIMOS en un mundo multimedia donde los usuarios comparten todo tipo de recursos tanto profesionales como generados por ellos mismos (fotos, video, sonido, etc.) y que se desean reproducir en cualquier lugar, momento y en un amplio conjunto de dispositivos heterogéneos (equipos de televisión, teléfonos móviles, etc.) La mayoría de estos recursos multimedia se comparten a través de sitios Web 2.0 (como Flickr y Facebook), donde los usuarios cargan, anotan, comentan, buscan y descargan todo tipo de contenidos multimedia, enfocando el control de acceso al contenido sensible sólo para colegas, amigos o familiares.

En este contexto, existe una creciente demanda de mejores herramientas de gestión multimedia, no sólo para estos sitios en línea, sino también en el hogar. Este tipo de herramientas que permiten compartir contenidos multimedia generados por usuarios (en muchos casos de carácter confidencial o privado) con colegas de confianza, amigos o familiares, sin necesidad de subir los contenidos a sitios externos, y lo más importante, sin perder los derechos de autor.

En el hogar, el protocolo UPnP [1] (Universal Plug and Play), definido por el UPnP Forum y apoyado por un gran número de fabricantes de dispositivos, permite compartir contenido multimedia fácilmente con dispositivos

heterogéneos y sin problemas. Los recursos multimedia almacenados en los servidores UPnP (UPnP Media Servers) se pueden transmitir a cualquier aparato de visualización UPnP (UPnP Media Renderer) situado en el mismo hogar a través de puntos de control UPnP (UPnP Control Points). Esto significa que los usuarios no necesitan copiar los datos desde un dispositivo a otro, basta con acceder en cualquier momento desde su sistema de visualización o desde puntos de control.

Sin embargo, los usuarios también demandan el acceso a sus recursos multimedia fuera de su hogar, para poder escuchar una canción que un amigo tenga en su ordenador o mostrar en una reunión desde otro hogar las imágenes o películas que tomó en sus últimas vacaciones.

A pesar de que UPnP es un primer paso hacia la provisión de recursos multimedia y ofrece herramientas para compartir dentro de un hogar, tiene algunas limitaciones importantes que impiden su uso para compartir contenidos externamente en otros hogares:

- El uso de UPnP está limitado a LANs (Local Area Networks). Hay trabajos previos sobre la extensión del protocolo UPnP más allá de LANs [2] y el comité de UPnP Remote Access está desarrollando estándares para permitir que dispositivos externos como servidores UPnP, sistemas de visualización y puntos de control puedan interactuar con los dispositivos de una LAN. Sin embargo, este trabajo previo ofrece soluciones parciales o complejas en su aplicación. Por ejemplo, el establecimiento de conexión con una red de un hogar de forma remota no suele ser descrito, o se ha hecho uso de VPNs ad-hoc (Virtual Private Networks) que requieren una complicada gestión de NATs (Network Address Translation) y otros problemas de red.

- UPnP no proporciona autenticación nativa ni mecanismos de autorización, y las extensiones que manejan esto se describen sólo de forma parcial sobre trabajos en curso. La seguridad es crucial en un entorno multi-hogar.

- Las capacidades de búsqueda de los dispositivos UPnP son bastante limitadas: la mayoría de estos dispositivos se basan en la exploración de directorios de forma jerárquica, y no disponen de funciones de búsqueda avanzada. A consecuencia de esto los sistemas UPnP no son muy usables especialmente si se tiene en cuenta que puede haber una cantidad inmensa de recursos multimedia heterogéneos en los dispositivos de almacenamiento UPnP. Además, en muchos casos, los metadatos asociados a estos recursos no dependen del dominio, y sólo se cuenta con metadatos de carácter general almacenados en el formato de MPEG-7 u otros formatos similares. Esto hace que sea difícil encontrar los

---

J. M. Palacios, Telefónica I+D, Madrid, España, jmpv@tid.es  
M. Fernández, Telefónica I+D, Madrid, España,  
monica.fernandezperez@telefonica.es  
O. Corcho, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España,  
ocorcho@fi.upm.es  
V. Méndez, ISOCO, Madrid, España, vmendez@isoco.com  
J. M. Gómez-Pérez, ISOCO, Madrid, España, jmgomez@isoco.com

recursos asociados a las búsquedas como "dame las fotos o los videos donde mis primos estaban de vacaciones en la playa".

En este artículo se presentan: (1) una extensión del estándar del protocolo UPnP y (2) una arquitectura común de software UPnP para dar soporte a la idea de una "red de hogares conectados". Esto permite el intercambio de contenido multimedia de forma transparente entre los usuarios, independientemente de su ubicación.

Además se mejoran las funcionalidades actuales de búsqueda de los puntos de control UPnP para no limitarse a la navegación de carpetas en estos dispositivos, sino también contar con metadatos asociados en ontologías y anotaciones de estos recursos. En nuestra extensión, los metadatos juegan un papel fundamental, siguiendo los principios de gestión de metadatos propuesto en arquitecturas Grid Semánticas, y las anotaciones basadas en ontologías vinculadas a la red de ontologías públicas de Linked Data con el fin de proporcionar información adicional proveniente de la nube de datos enlazados y explotar la información existente tanto como sea posible.

Hemos desarrollado un sistema que gestiona las extensiones de manera distribuida, así como un punto de control accesible vía Web que extiende las funcionalidades comunes de los puntos de control UPnP. Esto permite la búsqueda y anotación basadas en ontologías. El sistema ha sido implementado en el Laboratorio de Telefónica I+D y será evaluado en un futuro próximo.

## II. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Con el fin de hacer frente a todos los requisitos descritos en la introducción, hemos diseñado la arquitectura que se muestra en la Fig. 1. Contiene un conjunto de componentes distribuidos (que se encuentran en cada hogar) y un conjunto de componentes centralizados que son desplegados por el proveedor de la red.

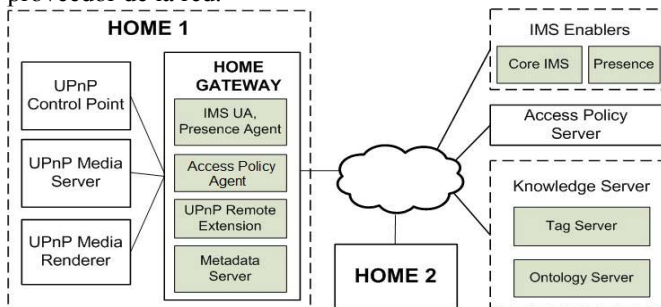


Figura 1. Arquitectura del sistema

Los componentes centralizados son:

- **IMS Enablers (IP Multimedia Subsystem).** IMS es un sistema de arquitectura para la entrega de servicios multimedia a través de IP. Mediante los Enablers que hemos creado se habilita el registro de los hogares en la red IMS, para establecer sesiones seguras de IMS y para actualizar dinámicamente el estado de presencia de cada hogar.

- **Access Policy Server.** Proporciona servicios de autorización con diferentes niveles de granularidad: hogares,

dispositivos, recursos multimedia y también metadatos. El servidor de políticas de acceso también facilita el seguimiento y control de las solicitudes de sesión UPnP. Actúa como el Policy Decision Point (PDP) para las solicitudes de autorización.

- **Knowledge Server.** Es el repositorio de ontologías y está formado por dos componentes funcionales:

- **Ontology Server:** este servidor se encarga de almacenar las ontologías que se utilizarán para las anotaciones que realizan los usuarios. En la arquitectura actual, se incluyen un conjunto de ontologías base que se han considerado apropiadas para la anotación de los usuarios, incluyendo ontologías multimedia (por ejemplo, COMM), y ontologías de carácter general sobre personas, lugares, eventos, etc. Este componente puede ser sustituido por cualquier otro de los servidores de ontologías existentes o eliminado por completo, contando con la posibilidad de encontrar ontologías en línea a través de los protocolos de Linked Data.

- **Tag Server:** este servidor almacena las etiquetas definidas por el usuario que describen los recursos multimedia que se almacenan en cada uno de los hogares. La asignación de etiquetas a los recursos multimedia se gestiona a través de URIs globales, como se describe en la sección IV. En el futuro, este servidor estará disponible como un servidor distribuido.

Los componentes distribuidos se pueden dividir en dos grupos: los desplegados en el Home Gateway y aquellos que son comunes en entornos basados en UPnP prestando su apoyo a las diferentes funciones de UPnP.

- **Componentes del Home Gateway.** El Home Gateway (también conocido como puerta de enlace) es el dispositivo de red que se utiliza como puerta de entrada para conectar dispositivos en el hogar a Internet o a otras redes WAN (Wide Area Network). En el interior del Home Gateway es necesario instalar los siguientes componentes adicionales:

- **IMS User Agent (IMS UA).** Establece sesiones de IMS remotamente entre los hogares y actualiza el estado de presencia del hogar, usando las funciones proporcionadas por los IMS Enablers que se han descrito antes.

- **Access Policy Agent.** Actúa como el Policy Enforcement Point (PEP) para las solicitudes de autorización, y es utilizado por el UPnP Remote Extension para proporcionar las configuraciones de visibilidad.

- **UPnP Remote Extension.** Extiende la visibilidad UPnP a todos los hogares que forman parte de una sesión remota UPnP. Es decir, permite ver desde un hogar los dispositivos o recursos multimedia para los que tenemos la autorización aunque no pertenezcan a la misma LAN.

- **Metadata Server:** servidor de ontologías para almacenar las anotaciones creadas por los usuarios del hogar donde se ha desplegado el servidor (es decir, los usuarios locales, aunque estas anotaciones pueden referirse tanto a recursos multimedia locales como remotos). Como se describe más adelante en la sección V, este componente sigue la

arquitectura S-OGSA para la gestión de metadatos [5] y permite búsquedas basadas en ontologías en la red de ontologías que contiene los metadatos disponibles a todos los sistemas participantes (siempre y cuando las restricciones de autorización permitan el acceso).

- Otros componentes UPnP. Estos son los componentes que se suelen encontrar en cualquier entorno UPnP. Todos ellos son los que están disponibles por defecto, y sólo hemos ampliado el punto de control con el fin de soportar las extensiones:

- UPnP Media Server. Almacena y comparte los recursos multimedia. Se puede acceder y navegar por estos recursos mediante los Control Points. Sirve el contenido que será reproducido por los Media Renderers. Un ejemplo: un disco duro multimedia.

- UPnP Media Renderer. Reproduce los contenidos procedentes de los Media Server, y puede ser controlado a través de los Control Points. Ejemplos de estos reproductores multimedia son los televisores o los marcos de fotos digitales.

- Extended UPnP Control Point. Los Control Points estándar permiten navegar sobre los contenidos de los Media Servers y enviarlos a los Media Renderers. Ejemplos de Control Points estándar tenemos el Windows Media Player, Cidero, etc. En este proyecto hemos desarrollado un punto de control extendido que es capaz de establecer sesiones UPnP con hogares remotos con el fin de permitir la búsqueda avanzada de contenidos. También permite manejar y modificar los privilegios mediante el Access Policy Agent y el servidor de políticas. Finalmente, también permite anotar los recursos multimedia a través de etiquetas y ontologías.

En las siguientes secciones se describen los principios de diseño y detalles de la implementación de estos nuevos componentes o extensiones de los componentes.

### III. EXTENSIÓN DE UPnP PARA ENTORNOS MULTI-HOGAR

El primer conjunto de extensiones implementadas se centra en la extensión de los protocolos UPnP estándares para permitir la gestión de usuarios y la creación de sesiones UPnP más allá del alcance de una LAN, solventando así algunas de las limitaciones de UPnP en entornos multi-hogar.

Hemos introducido por primera vez el concepto de usuario UPnP, que no está definido en el estándar UPnP. Consideramos que cada miembro de un hogar puede tener su propio conjunto de usuarios, que serán la base para la concesión o denegación de autorización de usuarios a hogares remotos junto con dispositivos y recursos multimedia. Por lo tanto, estos derechos son gestionados por los usuarios (la autorización se basa en roles), en lugar de por hogares, como ocurre en otros enfoques existentes, permitiendo que los usuarios tengan vistas personalizadas de los recursos multimedia. Otros escenarios (por ejemplo, el control parental, la integración con otros servicios IMS personalizados como la presencia, mensajería, etc.) también se pueden aplicar mediante esta extensión.

Cuando un usuario inicia sesión mediante nuestro punto de control UPnP extendido (que será descrito en la sección V), el sistema proporciona una vista personalizada de sus contactos, sus dispositivos UPnP y su contenido multimedia, independientemente de que sean locales o remotos. Esta vista se genera una vez aplicadas las políticas de acceso centralizadas en el Access Policy Server. Las acciones permitidas para cada usuario como agregar nuevos contactos, agregar hogares remotos o autorizar a otros usuarios a ver su contenido local, también pueden ser personalizadas. Por último, se ha integrado un plug-in de Facebook en el punto de control extendido facilitando la gestión de usuarios.

Después de iniciar la sesión de usuario, se pueden establecer sesiones UPnP remotas con cada uno de los hogares sobre los que el usuario tiene privilegios de acceso y que están disponibles. Las sesiones UPnP se establecen sobre sesiones IMS, proporcionando así los niveles necesarios de seguridad y calidad del servicio. Para iniciar una sesión UPnP que incluya un hogar remoto, el IMS UA instalado en el Home Gateway inicia una sesión IMS. El IMS UA instalado en el hogar destino está siempre en escucha de sesiones IMS. Cuando se recibe una petición de sesión IMS en el IMS UA, se solicita la autorización al Access Policy Agent.

El Access Policy Agent ubicado en el Home Gateway es el elemento encargado de verificar los privilegios de conexión en las peticiones entrantes. Cuando se recibe una solicitud de autorización, que se traspasa al servidor centralizado de políticas de acceso (Access Policy Server). Cualquier petición de sesión IMS que no esté autorizado expresamente por el hogar de destino será rechazada o se pedirá autorización explícita al usuario del hogar destino.

Una vez establecida una conexión remota, el UPnP Remote Extension instalado en el Home Gateway amplía la visibilidad UPnP más allá de la red doméstica, actuando como si los dispositivos a los que se tienen privilegios de acceso fueran parte del hogar local. El flujo de la interacción entre el Control Point local y los servidores UPnP se muestra en la Fig. 2

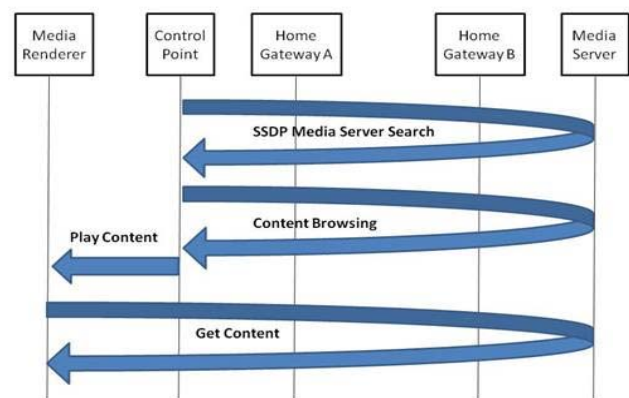


Figura 2. Flujo de interacción en el acceso UPnP remoto

El primer paso es el descubrimiento mediante el Simple Service Discovery Protocol (SSDP). Cuando un nuevo dispositivo se agrega a la red, anuncia su presencia mediante un mensaje multicast SSDP. El UPnP Remote Extension

reenvía estos mensajes SSDP a todos los hogares remotos interconectados, junto con todos los mensajes de respuesta enviados a un dispositivo UPnP en particular. Por lo tanto, el componente UPnP Remote Extension oculta todas las complejidades de detección de dispositivos remotos, permitiendo a cualquier servidor o reproductor UPnP multimedia ser descubierto como si estuviera en el mismo hogar.

Una vez que un dispositivo ha sido descubierto, los métodos de acción como la navegación o la búsqueda (en el caso de los servidores) pueden ser invocados, y los eventos pueden ser recibidos. El UPnP Remote Extension también reenvía estos métodos utilizando el estándar del protocolo de control UPnP (SOAP sobre HTTP), e incluye un componente que registra los dispositivos conectados en un hogar remoto para ser capaz de enviar notificaciones cuando el hogar se desconecte.

Por lo tanto, a modo de resumen, la implementación de la extensión UPnP remoto es completamente transparente para los dispositivos ya sea en un hogar local o remoto.

#### IV. IDENTIFICACIÓN GLOBAL Y LOCALIZACIÓN DE RECURSOS MULTIMEDIA COMPARTIDOS MEDIANTE UPnP REMOTO

En esta sección se propone un framework unificado para la identificación, localización y recuperación de los recursos multimedia que serán compartidos a través de los hogares, yendo así más allá de identificación local propuesta en el protocolo UPnP original.

El protocolo del estándar UPnP propone el uso de URIs (Uniform Resource Identifiers) para la identificación de los recursos disponibles en los dispositivos UPnP, y para la identificación de acciones que puedan ser invocadas en los dispositivos. Sin embargo, estas URIs se corresponden con una red local, y no son directamente accesibles desde el exterior. De hecho, cuando se pide una URI a un servidor UPnP, devuelve la dirección física del recurso con una dirección IP local.

Nuestra propuesta de identificación de los recursos se basa en la virtualización de los recursos disponibles a través de hogares mediante la utilización de URIs globales. Proponemos modificar el esquema de URI existente para que los recursos puedan ser identificados a nivel global y puedan estar ubicados fuera de la red local, proporcionando identificadores globales únicos que sean independientes de las sesiones de UPnP y de los hogares. Esto facilita la prestación y gestión de estos recursos, junto con la vinculación y la publicación de los metadatos correspondientes, de acuerdo con los principios de Linked Data, cuando se describen con anotaciones basadas en ontologías y etiquetas (como se explica en la siguiente sección).

Las URIs locales asignadas a los recursos dentro de una red doméstica son modificadas por los Home Gateways para cada solicitud de recursos y para cada respuesta que sale fuera de la red local. Esta modificación consiste en la inclusión de un prefijo en la URI original con la dirección IP pública de la puerta de enlace y el puerto donde está escuchando. También se agrega una cadena que indica el tipo de mensaje que se envía (por ejemplo una solicitud de un recurso multimedia, un mensaje de evento, etc.) Esta última modificación se hace para

informar a la extensión remota UPnP sobre el tipo de mensaje que debe interpretar, de modo que se pueda procesar rápidamente y sea redirigido al controlador apropiado. La única excepción a esta modificación es cuando las URIs ya son públicas y por tanto globales (por ejemplo, cuando se accede a un servidor UPnP mediante un dispositivo que se conecta a Internet con una dirección IP pública fija).

La Fig. 3 muestra un ejemplo de estas modificaciones, y el proceso seguido para recuperar un recurso multimedia de un hogar remoto. Imaginemos que estamos conectados remotamente al hogar de un amigo y queremos acceder a la película "El Padrino", que está disponible en formato AVI. El proceso es el siguiente:

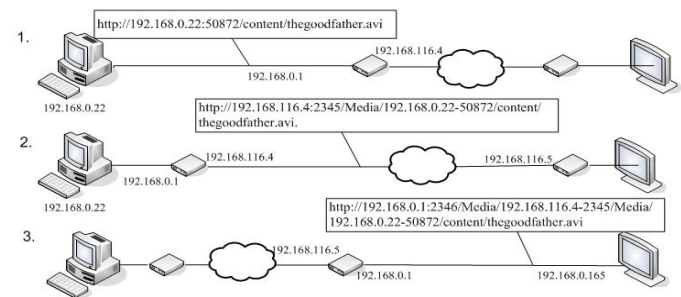


Figura 3. Ejemplo de interacción y transformación de URIs entre hogares

1. El ordenador de nuestro amigo está trabajando como un servidor UPnP. Cuando preguntamos por la ubicación de la película "El Padrino" devuelve la URI local `http://192.168.0.22:50872/content/thegoodfather.avi`.

2. Esta respuesta llega a la extensión de la red UPnP remota de nuestro amigo, que lee y modifica la URI mediante la adición de la dirección IP pública de su red doméstica: `http://192.168.116.4:2345/Media/192.168.0.22-50872/content/thegoodfather.avi`. Esta es la URI pública global que será utilizada entre las redes de los hogares y para enlazar los metadatos que se almacenan en los servidores de metadatos.

3. Cuando el paquete llega a nuestro UPnP Remote Extension, se añade su dirección IP privada, por lo que puede ser atendido por los servicios UPnP, como si fuera un recurso local: `http://192.168.0.1:2346/Media/192.168.116.4-2345/Media/192.168.0.22-50872/content/thegoodfather.avi`

Después de estos pasos, nuestro reproductor UPnP recibe una URI "local" (la generada en el paso 3) que se puede convertir directamente en una dirección física por nuestro Home Gateway. Si decidimos reproducir esta película, el UPnP Remote Extension extraerá de esta URI "local" la dirección IP y el puerto de nuestro "proxy", junto con la información adicional sobre el tipo de mensaje, y enviará la solicitud a la dirección especificada en el resto de la localización embebida en la URI.

#### V. GESTIÓN DE ANOTACIONES MEDIANTE ONTOLOGÍAS (METADATOS).

Las anotaciones en ontologías (nos referiremos a ellas como metadatos a partir de ahora) de los recursos multimedia

disponibles en el hogar local o remoto se almacenan en servidores de metadatos locales, para que los usuarios tengan control absoluto de todo el contenido de sus metadatos. Gracias a la mencionada extensión sobre el tratamiento de las URIs y a la posibilidad de acceder a los contenidos a distancia, estas anotaciones pueden referirse tanto a recursos multimedia locales como remotos.

#### A. Generación de metadatos

El proceso de generación de los metadatos de recursos multimedia se basa en tecnología de vanguardia para la descripción de recursos. La interfaz de usuario de nuestro punto de control mejorado permite navegar a través de los recursos multimedia locales y remotos que sean accesibles, además de facilitar su anotación en ontologías. Durante el proceso de anotación, los usuarios pueden añadir tripletas RDF ya sea directamente o a partir de búsquedas sobre Linked Data.

#### B. Gestión de Metadatos

La gestión de metadatos en el sistema sigue un enfoque innovador. Consideramos a los metadatos como una entidad de primera clase en nuestra arquitectura, de manera similar a los recursos y dispositivos multimedia, con su propio ciclo de vida y mecanismos de autorización, y vinculados directamente con los recursos multimedia que describe. Por esto mismo hemos decidido utilizar el concepto de Semantic Bindings, tal como se define en las arquitecturas de Grid Semántico, como S-OGSA [5], para la gestión de esta información. Además de su propia naturaleza distribuida, la utilización de esta arquitectura proporciona soporte para la exposición, eliminación, modificación, y almacenamiento de metadatos, incluso en los casos en los que los dispositivos que contienen los recursos multimedia que se describen no estuvieran disponibles. El comportamiento a seguir con el fin de mantener la consistencia entre los recursos y los metadatos asociados de forma distribuida se puede especificar de forma declarativa, como se describe en [5].

Dada la naturaleza distribuida de la gestión de metadatos en este contexto, nuestro sistema S-OGSA implementa acceso distribuido a los metadatos, proporcionando una interfaz de consulta WS-DAI-RDF [7]. Esto permite no sólo la reproducción de la misma consulta en todos los servidores de metadatos disponibles que cuenten con autorización (aportando enlaces a recursos multimedia que resuelvan consultas sencillas como "dame todos los recursos donde aparezca una persona llamada Adrián"), sino también consultas distribuidas más complejas en las que se planifican las consultas interrelacionadas [8] a través de servidores de metadatos para poder ser lanzadas. S-OGSA utiliza el sistema de OGSA-DQP [10], solventando consultas como "dame todos los recursos donde aparece Adrián en lugares en los que también he estado yo".

La publicación de estos metadatos se realiza mediante un enfoque Linked Data. Cualquier petición externa de contenidos de una vista RDF sobre un recurso específico será transformada por el Home Gateway a una consulta sobre el correspondiente servidor local de metadatos, que proporcionará el conjunto de anotaciones que contiene sobre ese recurso específico, ya sea local o remoto.

#### C. Implementación de las extensiones propuestas

A continuación describimos cómo estas extensiones se implementan en nuestro punto de control UPnP extendido. Los Control Points estándar proporcionan una interfaz de usuario para controlar tanto servidores UPnP como reproductores. El tipo de control sobre servidores provee acciones de búsqueda, listado y navegación sobre todos los servidores UPnP disponibles en nuestra red local. El control del reproductor permite a los usuarios ejecutar acciones para la reproducción de los recursos multimedia en reproductores disponibles. Gracias a nuestras extensiones del protocolo UPnP, nuestro punto de control tiene acceso no sólo a los servidores y reproductores de la red local sino también a los disponibles en los hogares remotos para los que el usuario tiene la autorización y puede establecer sesión.

Además, nuestro punto de control extendido introduce el concepto de usuario UPnP descrito en la sección III. Este usuario es la persona que utiliza el punto de control en un momento determinado, con el típico control de inicio de sesión mediante su usuario y contraseña. Asimismo, existe conexión con redes sociales como Facebook, permitiendo una puesta en marcha del sistema más fácil en términos de gestión de usuarios y privilegios de autorización, ésta es otra extensión agregada a la interfaz de usuario de nuestro Control Point.

Otra funcionalidad adicional es la capacidad de establecer y terminar las sesiones con las casas autorizadas. Cada vez que nos queremos conectar con una casa autorizada, nuestro punto de control extendido envía una llamada SIP al Home Gateway remoto, y una vez que es aceptada se dispone de acceso a los recursos autorizados.

El punto de control extendido también proporciona funciones de búsqueda mediante etiquetas y anotaciones basadas en ontologías. Se dispone también de un servicio de alertas asociadas a estas funciones de búsqueda que informa al usuario de cualquier modificación en los metadatos basados en las ontologías disponibles en nuestro servidor de metadatos locales o cualquier otro servidor remoto de metadatos autorizado a partir de consultas SPARQL.

Se pueden encontrar algunos videos de la interfaz de usuario de nuestro Control Point extendido realizando diferentes tareas como agregar amigos, anotar recursos multimedia, navegar a través de recursos locales y remotos, generar alertas, etc. en la siguiente localización:

[http://www.youtube.com/results?search\\_query=UPnPGrid](http://www.youtube.com/results?search_query=UPnPGrid).

## VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.

Hemos descrito la extensión de la infraestructura de gestión del sistema multimedia que se está utilizando actualmente en el entorno doméstico para compartir y visualizar los recursos multimedia. Esta extensión nos permite realizar tareas para compartir y reproducir recursos multimedia entre hogares, en un entorno WAN, con el uso de autenticación y control de autorización, solventando algunas de las limitaciones inherentes a las infraestructuras basadas en el estándar UPnP. Además de las extensiones básicas necesarias para el intercambio de recursos multimedia entre los hogares, se ha dado a los usuarios la posibilidad de ofrecer anotaciones más ricas de recursos multimedia mediante el uso de ontologías, ya



que también pueden hacerse usando otras herramientas de anotación multimedia existentes ([4], [3], [6]), con interfaces de búsqueda sencillos sobre Linked Data para enriquecer con anotaciones los recursos representados por su respectivo identificador mediante URIs. La innovación más importante en este aspecto es el uso de arquitecturas de Grid Semántica e infraestructuras para la gestión distribuida de estos metadatos.

Así ofrecemos a los usuarios la posibilidad de publicar sus anotaciones interconectadas con Linked Data, teniendo en cuenta que sus recursos multimedia disponen de una URI global y que nuestros servidores de metadatos pueden llevar a cabo la negociación de contenidos correspondiente a fin de devolver la información RDF cuando sea necesario.

Finalmente, ofrecemos soporte distribuido a consultas de RDF para facilitar la búsqueda en los recursos multimedia de los hogares de acuerdo con patrones simples y complejos de búsqueda, realizando un avance en el tipo de búsquedas que se pueden realizar en los sistemas UPnP actuales.

El trabajo futuro recaerá en las extensiones que se han implementado y en la adición de nuevas funcionalidades.

Partiendo por la evaluación de la calidad de los metadatos proporcionados por los usuarios. Es bien sabido que las anotaciones facilitadas por los usuarios suelen ser de baja calidad aunque hemos tratado de minimizar esto proporcionando servicios de vinculación con Linked Data para que los usuarios puedan añadir anotaciones sobre la base de datos existente. Sin embargo, utilizando estos datos tampoco podemos garantizar una alta calidad. Consideramos que una extensión interesante, siguiendo la tendencia de [8] y [9], sería la gestión de la procedencia de la anotación de los metadatos: de dónde vienen o quién los ha proporcionado, pudiendo mejorar así la calidad de los mismos.

Otra extensión importante para el futuro es el desarrollo de interfaces de búsqueda en lenguaje natural que puedan ser usadas fácilmente por un gran número de usuarios. Teniendo en cuenta que esta herramienta será utilizada por personas que no están al tanto de las tecnologías semánticas ni de los lenguajes de consulta, siendo razonable pensar que querrán ir más allá de simples búsquedas por palabras clave.

Finalmente, como trabajo adicional se llevará a cabo la gestión del ciclo de vida de los metadatos en el sistema distribuido que resulta de la conexión de la red de hogares. Los usuarios pueden generar y almacenar localmente las anotaciones acerca de los recursos multimedia, que están disponibles en los dispositivos de su casa o en dispositivos de hogares remotos. Por lo tanto, las políticas tienen que ser diseñadas para gestionar aquellas situaciones donde se elimina un recurso multimedia desde un dispositivo local o remoto. Haciéndonos preguntas del tipo: ¿debieran ser eliminadas las anotaciones asociadas, quedar disponibles en el sistema para indicar que en algún momento hubo un recurso que se anotó, o simplemente ser archivadas? También sería necesario definir políticas para casos en los que las anotaciones proporcionadas por diferentes personas fueran contradictorias o se integraran nuevas ontologías de dominio.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Gobierno español en el marco del programa PROFIT (Programa de Fomento de la

Investigación Técnica). El proyecto ha sido desarrollado gracias a los esfuerzos conjuntos de la UPM (Universidad Politécnica de Madrid), Telefónica Investigación y Desarrollo e iSOCO (Intelligent Software Componentes SA)

#### VII. REFERENCIAS

- [1] UPnP Device Architecture Version 1.0, UPnP Forum, <http://www.upnp.org/>, June 2000.
- [2] IP Multimedia Subsystem, Stage 2, Release 6, Technical Specification Group Services and System Aspects, 3rd Generation Partnership Project, 3GPP TS23.228, <http://www.3gpp.org/>, July 2005.
- [3] Bloehdorn S, Petridis K, Saathoff C, Simou N, Avrithis Y, Handschuh S, Kompatsiaris Y, Strintzis MG, "Semantic annotation of images and videos for multimedia analysis", 2nd European Semantic Web Conference, ESWC 2005, pp:592—607, 2005.
- [4] Chakravarthy A, Lanfranchi V, Ciravegna F, "Cross-media Document Annotation and Enrichment", SAAW2006 - 1st Semantic Authoring and Annotation Workshop, The 5th International Semantic Web Conference (ISWC2006), Athens, GA, USA, 2006.
- [5] Corcho O, Alper P, Kotsiopoulos I, Missier P, Bechhofer S, Goble CA, "An overview of S-OGSA: a Reference Semantic Grid Architecture". *Journal of Web Semantics* 4(2):102-115, 2006.
- [6] Petridis K, Anastasopoulos D, Saathoff C, Timmermann N, Kompatsiaris Y, Staab S, "M-OntoMat-Annotizer: Image Annotation Linking Ontologies and Multimedia Low-Level Features". KES2006, Part III, LNAI 4253:633-640, 2006.
- [7] Esteban-Gutiérrez M, Kojima I, Pahlevi SM, Corcho O, Gómez-Pérez A, "Accessing RDF(S) data resources in service-based Grid infrastructures". *Concurrency and Computation: Practice and Experience* 21(8):1029-1051, 2009.
- [8] Halpin H, "Provenance: The missing component of the semantic web for privacy and trust". *Trust and Privacy on the Social and Semantic Web (SPOT2009)*, workshop of ESWC 2009, Heraklion, Crete, Greece, 2009.
- [9] Hartig O, "Provenance information in the web of data". *Proceedings of the WWW2009 Linked Data on the Web (LDOW) Workshop*, Madrid, Spain, 2009.
- [10] Lynden S, Mukherjee A, Hume AC, Fernandes AAA, Paton NW, Sakellariou R, Watson P, "The design and implementation of OGSA-DQP: A service-based distributed query processor". *Future Generation Computer Systems* 25(3):224-236, 2009.
- [11] Buil-Aranda C, Corcho O, Krause A, "Robust service-based semantic querying to distributed heterogeneous databases", *Proceedings of DEXA2009 Workshop on Web Semantics. DEXA Workshops: 74-78. IEEE Computer Society*, 2009.



and architectures for broadband services.



**Mónica Fernández** is Telecommunications Engineer and was formerly Technological Expert in Telefónica Investigación y Desarrollo. As such, she worked in research projects aiming at delivering VAS on the user's homes, taking advantage of emerging technologies and protocols and future network capacities. She currently works in Telefónica S.A, where is responsible for IPTV services evolution.



**Óscar Corcho** is an Associate Professor at the Artificial Intelligence at the Universidad Politécnica de Madrid (UPM), and he belongs to the Ontology Engineering Group. His research activities are focused on Semantic e-Science and Real World Internet, although he also makes research in the more general areas of Semantic Web and Ontological Engineering. In these areas, he has participated in a large number of EU projects and Spanish R&D projects.



**Victor Méndez** is a Research Fellow at Intelligent Software Components (iSOCO). His current interest research includes Opinion Mining, Reputation, Provenance and Semantic Web applied to multimedia. Victor holds a Computer Engineering BSc from the Carlos III University of Madrid (UC3M) where he completed his End of Degree Project in the field of drugs interaction identification in

medical documents.



**Dr. José Manuel Gómez-Pérez** is Director R&D at Intelligent Software Components (iSOCO). His research aims at supporting users in creating, sharing, and accessing knowledge and spans across areas like knowledge acquisition, provenance analysis, intelligent information access, and their applications. Formerly, he worked as a research fellow at Universidad Politécnica de Madrid (UPM), where he was awarded a Ph.D. in Computer

Science, and as research manager at iSOCO.